

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-088341

(43)Date of publication of application: 18.05.1985

(51)Int.Cl.

G01M 11/00

(21)Application number : 58-195180

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 20.10.1983

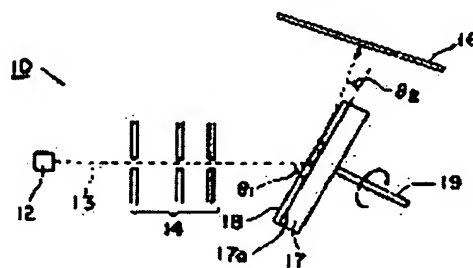
(72)Inventor : TANI KATSUHIKO

(54) THIN FILM INSPECTION APPARATUS

(57)Abstract:

PURPOSE: To enable constantly accurate inspection of a thin film irrespective of thickness of the film, by receiving, through the thin film, small-angle reflecting beam satisfying the Bragg condition from a crystal plane.

CONSTITUTION: X-ray parallel beams passing through a slit optical system 14 irradiate a crystal substrate 17 of a specified single crystal material with a required incident angle and after the Bragg reflection, become small-angle dispersing beams through a film 18 of the specified angle of reflection and are received and detected by a film 16. By these arrangement, no deformation occurs even if the film 18 is thin and as the Bragg reflecting light path is long, the light path in the film 18 is lengthened when the film 18 is thin and constantly accurate film inspection becomes available irrespective of the film thickness.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑩ 日本国特許庁(JP)

⑪ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A)

昭60-88341

⑬ Int. Cl.⁴

識別記号

庁内整理番号

⑭ 公開 昭和60年(1985)5月18日

G 01 M 11/00

2122-2G

審査請求 未請求 発明の数 1 (全4頁)

⑮ 発明の名称 薄膜検査装置

⑯ 特 願 昭58-195180

⑰ 出 願 昭58(1983)10月20日

⑱ 発 明 者 谷 克 彦 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内

⑲ 出 願 人 株 式 会 社 リ コ ー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号

⑳ 代 理 人 弁 理 士 小 橋 正 明

明 細 書

1. 発明の名称

薄 膜 検 査 装 置

2. 特許請求の範囲

1. 検査すべき薄膜を設けた結晶基板と、光源からの光を単色かつ平行ビームとして前記結晶基板の1結晶面上に所定の角度で入射させる光学系と、前記結晶面からのブラッグ条件を満足する小角反射ビームを前記薄膜を介して受光して光強度を検出する検出手段とを有することを特徴とする薄膜検査装置。

2. 上記第1項に於いて、前記基板が完全単結晶基板であることを特徴とする装置。

3. 上記第1項に於いて、前記薄膜が前記結晶面上に付着形成されたものであることを特徴とする装置。

4. 上記第1項に於いて、前記光源がX線源であることを特徴とする装置。

3. 発明の詳細な説明

技術分野

本発明は完全又は完全に近い単結晶の(100)面等の様な結晶面小角ブラッグ反射光を利用して結晶面上に設けられた薄膜の状態を検査する薄膜検査装置に関するものであって、更に詳細には、薄膜の組織状態、粒度分布解析、膜質評価、欠陥分布解析等を行なう為に使用可能な薄膜検査用X線小角散乱装置に関するものである。

従来の技術

検査すべき薄膜試料に単色かつ平行なX線ビームを入射させ、試料からの小角散乱(small angle scattering)された反射ビーム又は透過ビームを受光して試料の評価を行なうことが行なわれている。この様な小角散乱によると、膜厚が数百 μ ～数千 μ 程度の薄膜中の数十 μ ～数百 μ 程度の組織状態や欠陥分布状態を、評価できる。しかし、従来の小角散乱装置では薄膜が薄くなるとそれを透過する小角散乱光の強度が不足し正確な測定が困難である。

従来のX線小角散乱装置1を図1図に示してあり、この装置1においては、X線源2から発生さ

れ、フィルタ（不図示）等により単色化されたX線3はスリット光学系4を通過して平行ビームに絞られ、平行ビームが検査すべき薄膜5を透過する。X線平行ビームは薄膜5を透過する際に小角散乱されその散乱光がフィルム6上に記録される。このような従来装置においては、薄膜5の厚さが薄いと小角散乱光の感度が不足し正確な測定が不可能となる。又、薄膜5が薄くなるとその支持方法に困難性をきたし、測定精度上の問題にも発展する。例えば、このような従来技術によってCu K α の特性X線を使用してアモルファスシリコン薄膜を測定しようとする場合には、薄膜の厚さは最低70 μ m程度必要とされる。更に、第1図に示したシステムにおいては、X線ビームの平行化はスリット系のみによっており、又透過散乱ビームは入射ビームの延長線上で測定するのでS/N比が劣化され測定上不利である。

目的

本発明は、上述した如き従来技術の欠点を解消し膜厚に影響されることなしに常に正確な薄膜検

査を行なうことが可能な薄膜検査装置を提供することを目的とする。本発明の小角散乱法に基づく薄膜検査装置は、例えば、アモルファスシリコン薄膜中の不均一性や欠陥評価、シリコン基板上に堆積により付着形成させた薄膜一般の不均一性や欠陥評価、シリコンウエハ上に成長形成した熱酸化膜の欠陥評価、PCVD、スパッタ、蒸着等の薄膜製造技術の管理、シリコンウエハ及びICプロセス管理及び薄膜物性評価等に好適に適用可能なものである。

構成

以下、添付の図面を参考に、本発明の具体的実施の態様について詳細に説明する。第2図は本発明薄膜検査装置の反射型実施例を示しており、X線源12から射出され、フィルタ（不図示）等により単色化されたX線13はスリット光学系14によって成る程度平行ビームに絞られ、その平行ビームは検査すべき試料である薄膜18へ向かって投射される。重要なことであるが、本発明で検査すべき薄膜18は単結晶シリコンウエハの様な

完全結晶からなる結晶基板17の支持表面17a上に設けられている。支持表面17aは結晶基板17の所定の定方位面を研磨したものであって選定した結晶面を有するものである。尚、検査すべき薄膜18は結晶基板17の支持表面17a上に堆積等によって付着形成されている。

スリット光学系14によって平行ビームとされた単色X線13は、支持表面17aの特定の結晶面に見合った入射角度 θ_1 で入射する如く設定されている。このような入射角度は、選定された支持表面17aの結晶方位によってブラッグ反射を起こす様な角度に設定されている。従って、入射角度 θ_1 を支持表面17aの結晶方位との関係において特定なブラッグ反射を起こす様な角度に設定することにより、支持表面17aにおいて反射されるビームの反射角度 θ_2 を決定することが可能となる。本発明の重要な特徴であるが、薄膜18を完全結晶基板17の特定の結晶方位を有する支持表面17a上に付着形成させて、入射されるX線13を支持表面17aにおいてブラッグ反射さ

せることによりX線を一層平行性の良好なものとし、且つその反射ビームの反射角度 θ_2 が表面に対し強い角度となる様に結晶面を選定することにより支持表面17a及び薄膜18の長手方向に沿って進行する反射ビームが比較的広範囲薄膜18の中を通過する様にしている。支持表面17aにおいてブラッグ反射させることにより検査に使用すべきX線の平行度を改善しており、更にその反射角度 θ_2 を強くすることにより薄膜18の膜厚に拘わらず十分な感度を得ることを可能としている。

1例として、結晶基板17としてシリコン基板を使用した場合には、支持表面17aに(100)結晶面を選択することが可能であり、その様な結晶面を有する支持表面17a上に付着形成させた薄膜18に対してCu K α X線の(311)反射を使用して薄膜18の検査を行なう場合には、その反射ビームの反射角度 θ_2 は約3°であり極めて小さい。従って、薄膜18の厚さが極薄のものであったとしても、反射ビームはかなりの距離に

目って薄膜18内を進行することとなり検出手段としてのフィルム16によって十分な感度でもって検出を行なうことが可能となる。尚、結晶基板17は位置決め装置19に取付けられており、例えば矢印で示した如く基板17を回転させたり、又は平行移動させたりすることにより薄膜18の全ての部分における検査を行なうことが可能となる。

第3図は本発明薄膜検査装置の透過型実施例を示したものである。この実施例に於いても、X線源22からの単色X線23をスリット光学系24によって成る程度平行に収ったビームとして結晶基板27へ入射させている。スリット光学系24からの平行ビームが入射される基板27の入射面27aは選定された結晶方位を有しており、従って入射ビームが所定の入射角 θ_i で入射された場合には、入射面27aにおいてブラッグ反射されその反射ビームは表面に対し浅い角度 θ_r で進行する。本実施例における基板27の入射面27aと反対側の表面であって検査すべき薄膜28を設

けた支持表面27bは入射面27aと平行に形成されている。従って、入射面27aにおいてブラッグ反射され浅い角度 θ_r で進行する反射ビームは薄膜28に対しても薄膜中を浅い角度 θ_r で通過し検出用のフィルム26へ入射することとなる。

第3図に示した実施例に於いては、基板27をシリコンから形成しており、薄膜28を付着形成した支持表面27bを(111)結晶面に選択している。従って、Cu K α X線の(311)反射を起こす様に入射角 θ_i を設定した場合には、小角反射角 θ_r は約2°となる。従って、この場合に於ても、ブラッグ反射されることにより極めて良好な平行度を有するビームとなり浅い角度 θ_r で支持表面27bに当たって進行する反射ビームは比較的長い距離に亘って薄膜28内を通過することになり、従って検出用フィルム26に入射されるビームは高感度の情報を有するものである。上述した如く、ブラッグ反射された反射ビームの反射角度 θ_r は約2°と十分に小さい為に、支持表面27b上に付着形成された薄膜28の厚さの1

0倍程度の距離を反射ビームが通過する事となるので、従来装置によって測定可能な薄膜の最小膜厚の10分の1程度の厚さの薄膜であっても本装置により十分な感度で測定することが可能となる。

第2図及び第3図に示した実施例に於いては、光源としてX線源を使用しているが、その他任意の光源を使用可能であることは言うまでもない。又、光源からの光を平行とする為にスリット光学系を使用しているが、その他ピンホール光学系を使用することも可能である。又検出系としてはフィルムを使用しているが、その他比例計数管、シンチレーション計数管、位置敏感検出器等を使用することが可能であることは言うまでもない。又、完全結晶基板としてはシリコンに限らずその他所望のものを使用することが可能であり、ブラッグ反射を起こさせる結晶面も上述した実施例の特定のもののみに限定されるべきものではない。第2図及び第3図の何れの実施例に於いても、光源12(22)から検出系16(26)へ至る光路を真空状態とすることが望ましく、そうすることに

より空気による光の散乱の影響を回避することが可能となる。更に、第3図に示した透過型の場合において、結晶基板27の厚さを「測定距離」 t の奇数倍に設定することが望ましい。この様にすることにより、ブラッグ反射された回折ビームSは所謂増倍現象によりその強さを極大とすることが可能となる。

以上、反射型及び透過型の夫々の実施例について詳細に説明したが、本発明の原理によれば、何れの場合に於いても、検査すべき薄膜を結晶基板の上に付着させたままで検査することが可能であり、従ってどの様な薄い薄膜であってもそれを支持する上での問題が存在しない。又、検査すべき薄膜を付着した結晶基板の一結晶面に於いて検査に使用すべきX線をブラッグ反射させて、検査に使用すべきビームを平行化させると共に、入射方向とは異なった方向であって、且つ検査すべき薄膜の長手方向に沿って反射させることによりブラッグ反射によって平行化されたビームが検査すべき薄膜内を比較的長距離に亘って進行するので、

その感度が向上されると共にS/Nも向上される。

別 図

以上詳説した如く、本発明によれば、検査すべき薄膜は結晶基板に設けられるものであるから、その膜厚の如何に拘わらず支持上の問題が発生することがない。又、ブラッグ反射させた平行光による小角散乱を検査するものであるから、検査に使用する平行ビームは薄膜中を比較的長い距離に亘って進行するので、ミクロン程度の薄い薄膜であっても十分な感度で測定を行なうことが可能である。又、ブラッグ反射を利用することにより、入射方向と異なった方向に於いて観察を行なうものであるから、S/Nが向上されている。

以上、本発明の具体的実施の態様について詳細に説明したが、本発明はこれら具体例にのみ限定されるべきものではなく、本発明の技術的範囲を逸脱することなしに種々の変形が可能であることは勿論である。

4. 図面の簡単な説明

第1図は、従来の典型的なX線小角散乱装置を

特開昭60-88341(4)

示した概略図、第2図は本発明薄膜検査装置の反射型の1実施例を示した概略図、第3図は本発明薄膜検査装置の透過型の1実施例を示した概略図、第4図は第3図の透過型検査装置の更に好適な実施例を示した説明図、である。

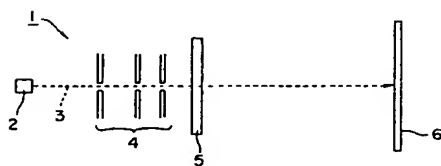
(符号の説明)

- 10： 反射型薄膜検査装置
- 17： 結晶基板
- 18： 薄膜
- 20： 透過型薄膜検査装置
- 27： 結晶基板
- 28： 薄膜

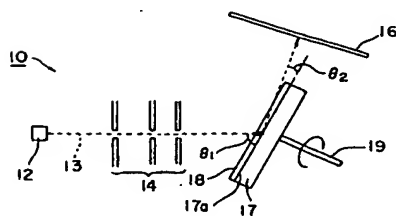
特許出願人 株式会社 リ コ ー

代 理 人 小 俣 正 明

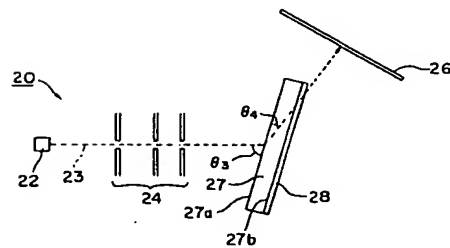
第 1 図



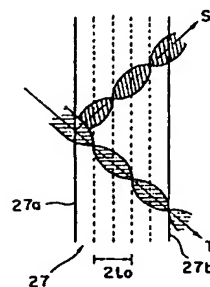
第 2 図



第 3 図



第 4 図



特許法第17条の2の規定による補正の掲載

昭和 58 年特許願第 195180 号(特開昭
60-88341 号, 昭和 60 年 5 月 18 日
発行 公開特許公報 60-884 号掲載)につ
いては特許法第17条の2の規定による補正があっ
たので下記のとおり掲載する。 6 (1)

Int. Cl. ¹	識別 記号	庁内整理番号
G01M 11/00		7529-2G

平成 2.9.17 発行
手続補正書

平成2年5月28日

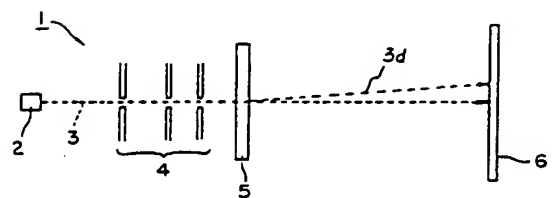
- 特許庁長官 吉田 文 毅 殿
1. 事件の表示 昭和58年 特 許 願 第 195180 号
 2. 発明の名称 障 膜 検 査 装 置
 3. 補正をする者
事件との関係 特許出願人
名称 (674) 株式会社 リ コ ー
 4. 代 理 人
住所 東京都港区虎ノ門1丁目17番1号
第5森ビル (電話502-2625)
小 橋 国 勝 特 許 事 務 所
氏名 (7618) 弁理士 小 橋 正 明
 5. 補正命令の日付 自 発
 6. 補正により増加する発明の数 なし
 7. 補正の対象 ① 明細書
② 図 面 (第1図、第2図及び第3図)
 8. 補正の内容 別紙の通り



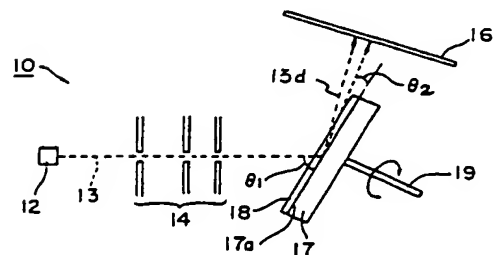
補 正 の 内 容

1. 本願明細書中、以下の点を補正する。
 1. 第2頁2行を「面等の様な結晶表面から小角をなし射出される〔311〕等のブラッグ反射光を利用して」と訂正する。
 2. 第3頁5行中、「散乱光」と「がフィルム…」の間に「3d」と2字加入する。
 3. 第3頁16～17行中、「劣化され」を「低下し」と訂正する。
 4. 第7頁1行中、「…こととなり」と「検出手段」の間に「反射ビーム周辺の小角散乱線13dは」の17字を加入する。
 5. 第8頁17行を「る小角散乱ビーム23dには十分な情報が含まれる。上」と訂正する。
 6. 第10頁1行中、「光の」の2字を削除する。
2. 本願添付図面中、第1図、第2図及び第3図を添付の如く補正する。

第 1 図



第 2 図



第 3 図

平成 2.9.17 発行

